

## **Nachhaltiger und schlagkräftiger Pflanzenschutz**

Heinz Ganzelmeier,  
Julius-Kühn Institut, Institut für Anwendungstechnik im Pflanzenschutz, Braunschweig

### **Kurzfassung**

Festzustellen ist ein deutlicher Trend hin zu großen Geräten. Es ist zu erwarten, dass in Zukunft Precision Farming verstärkt im Pflanzenschutz Eingang findet. GPS- und GIS-Systeme werden zukünftig Erfassung und Dokumentation von Pflanzenschutzmaßnahmen erleichtern. Große leistungsfähige Pflanzenschutzgeräte sind in der Regel mit einem Agrarcomputer zur Regelung der Ausbringmenge und zunehmend mit weiteren elektronischen Funktionalitäten/Assistenzsystemen ausgestattet. Abdriftmindernde Injektordüsen sind ein einfaches und sehr wirksames Instrument, um Regelabstände zu Oberflächengewässern und Saumstrukturen zu vermindern. Die Verteilungsqualität bei Feldspritzgeräten ist auch bei großen Auslegerbreiten und höheren Fahrgeschwindigkeiten gewährleistet. Die Geräte verfügen über effektive Einspüleinrichtungen, Reinigungseinrichtungen, Zirkulationssysteme und andere Hilfsmittel, um Punkteinträge an Pflanzenschutzmitteln zu vermeiden.

### **Schlüsselwörter**

Pflanzenschutzgeräte, Düsen, Precision Farming, Teilbreitenschaltung, Gerätereinigung

## **Sustainable and powerful plant protection**

Heinz Ganzelmeier,  
Julius Kuehn Institute, Institute for Application Techniques in Plant Protection, Braunschweig

### **Abstract**

There is a clear trend towards large equipment. An increase in precision farming can be expected in the future. GPS and GIS systems will facilitate registering and documenting plant protection measures in future. Large and efficient plant protection equipment is generally equipped with an electronic spray control unit for regulating the amount of spray liquid, and increasingly with further electronic functions/assisting systems. Drift reducing injector nozzles are a simple and very effective instrument to reduce standard buffer zones to surface water and ecotones. The quality of distribution from field sprayers is also guaranteed for large boom widths and higher driving speeds. The equipment comprises effective filling devices, cleaning and circulation systems, and other means of avoiding point sources from plant protection products.

### **Keywords**

Plant protection equipment, nozzles, precision farming, section switch, sprayer cleaning

Die sich weltweit abzeichnenden Megatrends, wie:

- anhaltendes Wachstum der Weltbevölkerung,
- Steigerung der Flächenproduktivität,
- wachsender Bedarf an erneuerbaren Energien,
- größere Betriebsstrukturen,

stellen die Landwirtschaft und somit auch die Landtechnik vor große Herausforderungen.

## **1. Trends in der Anwendungstechnik**

Pflanzenschutzgeräte haben die Aufgabe, Pflanzenschutzmittel gezielt und sparsam auf der vorgesehenen Behandlungsfläche auszubringen und dabei auftretende Nebenwirkungen auch im Sinne eines vorbeugenden Verbraucherschutzes möglichst gering zu halten. Neben technischen Entwicklungen bei Pflanzenschutzgeräten gibt es eine Reihe weiterer Neuerungen, die auf eine Verfahrensoptimierung des Pflanzenschutzes abzielen.

*Pflanzenschutzgeräte: angebaut, angehängt oder selbstfahrend?*

Anbaugeräte nehmen in dem Angebotsumfang der Firmen den 2. Platz ein. Sie erreichen Arbeitsbreiten bis 28 m und eine Behältergröße von bis zu 1900 l. Die hierfür üblicherweise eingesetzten Traktoren benötigen vielfach eine zusätzliche Front-Ballastierung.

Anhängegeräte weisen in der Statistik des JKI den 1. Platz auf. Die Firmen bieten Geräte mit einer Arbeitsbreite bis zu 51 m und einer Behältergröße bis zu 14.000 l an (**Bild 1**). Anhängegeräte werden zunehmend mit hohen Fahrgeschwindigkeiten bewegt. Die Hersteller bieten Geräte mit bis zu 50 km/h und gefederten Achsen an. Ein spurtreuer Nachlauf kann über Achsschenkelenkung oder eine Knickdeichsel realisiert werden.



**Bild 1:** Anhängegerät mit einem besonders großen Behälter von 11200 l.

**Figure 1:** Trailed equipment with an especially large tank size of 11200 l.

Selbstfahrer machen in der Angebotspalette der Hersteller zwischenzeitlich einen Anteil von über 10 % aus. Von besonderem Interesse für Lohnunternehmer und Großbetriebe sind eine möglichst hohe Flächenleistung, eine günstige Handhabung, eine hohe Wendigkeit sowie


eine möglichst gleichmäßige Gewichtsverteilung auf die Räder, was eine exakte Applikation bei hohem Fahr- und Bedienungskomfort, auch bei schwierigen Gelände- und Bodenverhältnissen gestattet. Das Angebot mit einem dreiachsigen Fahrgestell reicht bis 8.000 l Tankgröße. Von zunehmendem Interesse sind Selbstfahrer mit besonders hoher Bodenfreiheit, wie sie für Pflanzenschutzmaßnahmen im Raps, Sonnenblumen oder Mais gegen den Maiswurzelbohrers benötigt werden.

#### *Fahrgeschwindigkeit rauf – Wassermenge runter?*

Große, leistungsfähige Pflanzenschutzgeräte werden heutzutage vielfach mit höheren Fahrgeschwindigkeiten eingesetzt als dies die „gute fachliche Praxis“ vorgibt. Mehrjährige Versuche des Julius Kühn-Instituts haben gezeigt [1], dass:

- auch bei höheren Fahrgeschwindigkeiten noch eine gute Durchdringung erreicht wird (**Bild 2**)
- die Abdrift etwas proportional mit der Fahrgeschwindigkeit ansteigt
- die biologischen Versuchsergebnisse aus 3 Versuchsjahren nicht ausreichen, um eine belastbare Aussage zur Wirksamkeit abzugeben.

Daher sind im Randbereich eines Schlages nach wie vor, Fahrgeschwindigkeiten von 6-8 km/h einzuhalten. Zum Inneren des Schlages hin, wenn die Gefahr der Abdrift nicht mehr besteht, kann auch mit moderat erhöhten Fahrgeschwindigkeiten appliziert werden, siehe auch [2 bis 3].

Höhe [cm]	BBCH 37 - 38	8 km/h 200 l/ha	16 km/h 200 l/ha	24 km/h 200 l/ha	8 km/h 100 l/ha	16 km/h 100 l/ha	24 km/h 100 l/ha
68		100%	100%	100%	100%	100%	100%
45		94,4%	81,4%	103,7%	86,3%	110%	107,3%
22		75,5%	61,6%	88,7%	85,3%	88,7%	89,5%
0		58,4%	45,4%	63,9%	61,2%	69,9%	72,6%

**Bild 2:** Gemessene Spritzbeläge (auf wassersensitivem Papier) in vier Ebenen eines Getreidebestandes (BBCH 37-38) bei Fahrgeschwindigkeiten von 8/16/24 km/h und einem Flüssigkeitsaufwand von 100/200 l/ha.

**Figure 2:** Measured spray deposits (on water-sensitive paper) in four levels of a cereal field (BBCH 37-38) at driving speeds of 8/16/24 km/h and a volume rate of 100/200 l/ha.

Damit der technische Fortschritt bei Feldspritzgeräten auch in der landwirtschaftlichen Praxis genutzt werden kann, wird vorgeschlagen, höhere Fahrgeschwindigkeiten und geringere Wasseraufwandmengen bereits bei der Pflanzenschutzmittel-Zulassung prüfen zu lassen. Dies würde auch in der Gebrauchsanleitung der Pflanzenschutzmittel ihren Niederschlag finden und Praktiker mit entsprechend hochwertigen Geräten ein regelkonformes Applizieren ermöglichen.

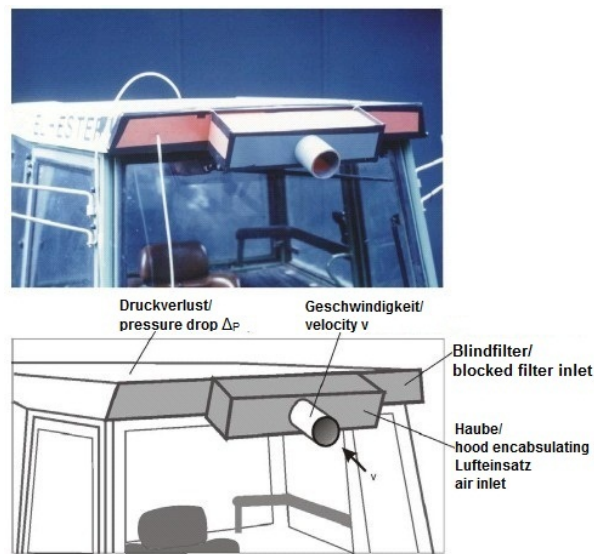
*Welche Düsentypen sind die richtigen?*

Die Düsen sind ganz wesentlich dafür verantwortlich, dass bei den praxisüblichen Fahrgeschwindigkeiten neben einer gleichmäßigen Quer- und Längsverteilung auch eine abdriftarme Applikation und eine gute biologische Wirksamkeit der applizierten Pflanzenschutzmittel erreicht wird [4]. Das Sortiment der Düsenhersteller an abdriftmindernden Injektordüsen lässt kaum Wünsche offen, das zeigt das Verzeichnis Verlustmindernde Geräte, das derzeit für den Ackerbau 282 Eintragungen aufweist, siehe [www.jki.bund.de](http://www.jki.bund.de). Auch Randdüsen (Lechler IS und TeeJet AI-UB), die sich durch eine randscharfe Applikation und weniger Drift im Nahbereich auszeichnen, sind im Verzeichnis „Verlustmindernde Geräte“ berücksichtigt [5].

Nunmehr werden verstärkt auch Doppelflachstrahldüsen eingesetzt, die eine bessere Anlagerung und höhere Fahrgeschwindigkeiten ermöglichen sollen. Man unterscheidet hierbei zwischen den symmetrischen (30° nach vorn und hinten gerichtete Spritzstrahlen, wie IDKT, AVI Twin, AITTJ) und den asymmetrischen Doppelflachstrahldüsen (10° nach vorne und 50° nach hinten gerichtete Spritzstrahlen, wie HighSpeed; bzw. 30° und 70°, wie bei AI3070).

*Welche Fahrerkabine ist die richtige?*

Der Anwender muss beim Umgang mit Pflanzenschutzmitteln auch Vorsichtsmaßnahmen beachten, um sich und andere nicht zu gefährden. Hierfür stehen persönliche Schutzausrüstungen (PSA) oder Fahrerkabinen zur Verfügung. Wie Kabinen für die Durchführung von Pflanzenschutzmaßnahmen auszusehen haben, wird in der europäischen Norm EN 15695, die seit Nov. 2009 in Kraft ist, beschrieben [6]. Darin werden vier Kategorien von Fahrerkabinen und entsprechende Prüfmethode festgelegt (**Bild 3**). Für den Einsatz im Pflanzenschutz ist gemäß einer EU-Richtlinie eine Kabine mit der höchsten Schutzwirkung, d.h., der Kategorie 4 einzuhalten.



**Bild 3:** Anordnung zur Messung der Leckage nach der Blindfiltermethode (gemäß EN 15695-1)

**Figure 3:** Design for measuring leakage according to the blind filter method (according to EN 15695-1)

Im Folgenden werden erste Prüfungsergebnisse exemplarisch dargestellt. In der EN 15695-1 werden zur Bestimmung der Schutzwirkung zwei Prüfmethoden (Leckagen, Kabineneffizienz) genannt [7].

Es stand eine Kabine zur Verfügung, die für die Kategorie 4 vorgesehen war. Dementsprechend durfte die Leckage nicht mehr als 2 % betragen, der Wirkungsgrad dagegen mindestens 98 %. Die Ergebnisse zeigten, dass beide Methoden annähernd kompatibel sind. Letztlich wurden Leckagen kleiner als 2 % und Wirkungsgrade von über 98 % gemessen.

Diese Ergebnisse konnten in weiteren Messungen an Kabinen unterschiedlicher Hersteller und Konzeptionen bestätigt werden.

## 2. Erhebliche Potentiale liegen in der „intelligenten“ Technik

### *Precision Farming*

Eine weitere große Chance und Herausforderung für den Pflanzenschutz der Zukunft stellt Precision Farming dar [8]. Hierbei geht es darum, nur die Teilflächen eines Schlages mit Pflanzenschutzmitteln zu behandeln, auf denen der Schaderreger das zulässige Maß übersteigt und die anderen Flächen unbehandelt zu lassen. Die größten Probleme bei der Umsetzung von Precision Farming sind die Erfassung der Heterogenität des Schlages und die erforderliche große Variabilität in der Dosierung der Pflanzenschutzmittel (Direkteinspeisung). Es ist zu erwarten, dass Precision Farming nur schrittweise vorankommt, in Zukunft jedoch den Pflanzenschutz ganz wesentlich bestimmen wird.

### *Agrarcomputer*

Eine zukunftsorientierte und variable Elektronikausstattung baut auf einer ISOBUS-konformen Schnittstelle zwischen dem Bedienterminal und dem Jobrechner auf der Spritze auf. Die Elektronik kann eine Vielzahl von Funktionen - Assistenzsysteme – übernehmen und so neben einer Qualitätssteigerung zu einer erheblichen Entlastung der Fahrers beitragen kann [9]. Dies trifft vor allem für die Bedienung und Überwachung von Pflanzenschutzgeräten mit großen Arbeitsbreiten bei hohen Fahrgeschwindigkeiten zu. Die Schaltung und Funktionsüberwachung von Einzeldüsen sowie Software-Module zur Restmengenminimierung seien hier als besonders aktuelle Beispiele genannt.

Bei der Bedienung des Spritzgerätes kommt man eigentlich nicht ohne den bekannten „Joy-Stick“ aus, der griffgünstig in der Nähe des Schleppersitzes platziert ist.

Ob ein Terminal die ISOBUS-Konformität erreicht, wird im DLG-ISOBUS Test geprüft. Eine Liste geprüfter Geräte wird im Internet unter [www.isobus.net](http://www.isobus.net) bereitgestellt. Die Landtechnikbranche hat eine internationale Industriepattform AEF (Agricultural Industry Electronics Foundation) ins Leben gerufen, welche die Weiterentwicklung kompatibler, praxistauglicher Systeme bis hin zum Hof-PC einschließlich Datentransfer zur Schlagkartei, vorantreiben soll.

### *Funktionsüberwachung von Düsen durch Sensoren*

Durch den Einsatz von Sensoren an jedem Düsenhalter wird der Flüssigkeitsdurchsatz jeder Einzeldüse erfasst. Die Hersteller setzen hierfür verschiedene Sensoren ein. Diese Art der sensorischen Überwachung hat gegenüber der herkömmlichen Überwachung durch Sichtkontrolle deutliche Vorteile, da eine beschädigte oder verstopfte Düse im Spritzgestänge zuverlässig festgestellt werden kann. Eine Fehlfunktion der Einzeldüse wird automatisch und verzögerungsfrei im Display des Terminals angezeigt, so dass der Anwender diese dann umgehend beseitigen kann.

### *Automatische Teilbreitenschaltung*

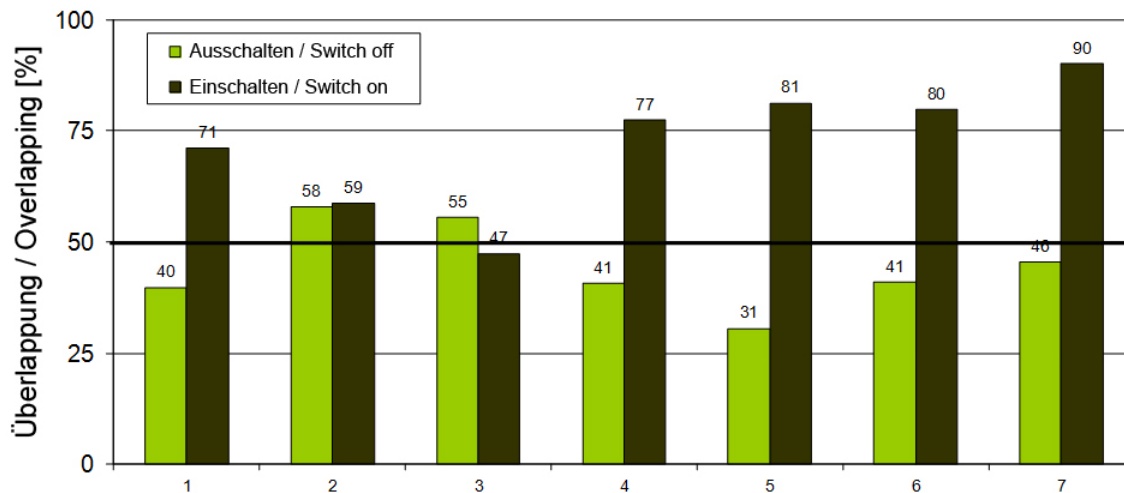
GPS-unterstützte Teilbreitenschaltungen sind die wichtigsten Assistenzsysteme der letzten Jahre für Feldspritzgeräte [10 bis 11].

Automatische Teilbreitenschaltungen (ATS) sollen bei abnehmender bzw. zunehmender Spritzbreite (z. B. bei Keilen) Teilbreiten des Spritzgestänges automatisch ab- und anschalten, so dass möglichst Fehlstellen oder Doppelbehandlungen unterbleiben. Die ATS arbeiten GPS-gestützt und ohne Zutun des Fahrers. Untersucht wurde, welche Schaltgenauigkeit diese Systeme aufweisen und ob die möglichen Einstellungen (0 %, 50 %, 100 % Überlappung) auch eingehalten werden. Dazu wurde ein spezieller Messaufbau gewählt, um die Schaltzeitpunkte exakt und mit hoher Reproduzierbarkeit bestimmen zu können.

Die Ergebnisse zeigen, dass nach Justierung des Gesamtsystems (Hydraulik und Elektrik) alle 7 Systeme recht ordentlich arbeiten. Bei einer Einstellung von 50 % Überlappung werden tatsächliche Überlappungen von 31 % bis max. 90 % erzielt (**Bild 4**). Außerdem



wurde festgestellt, dass die Systeme insgesamt zu früh schalten, dies gilt sowohl für Fahrgeschwindigkeiten von 8 km/h als auch für 16 km/h.



**Bild 4:** Gemessene Spritzbelags-Überlappung bei einer Solleinstellung von 50 % und einer Fahrgeschwindigkeit von 8 km/h.

**Figure 4:** Measured spray deposit overlapping at a nominal adjustment of 50 % and driving speed of 8 km/h.

#### *Automatische Gerätereinigung*

Eine zeitsparende und gründliche Reinigung des Pflanzenschutzgerätes ist entscheidend, um bei Kultur- bzw. Mittelwechsel phytotoxische Schäden oder unerlaubte Rückstände sowie Punkteinträge von Pflanzenschutzmitteln in Oberflächengewässer zu vermeiden [12 bis 13].

Automatische Reinigungseinrichtungen für die Innen- und nunmehr auch für die Außenreinigung des Spritzgestänges sind zeitsparend bieten dem Landwirt einen erheblichen Komfortgewinn [11]. Entscheidend für die Innenreinigung ist die Restkonzentration, die sich nach Ablauf der Reinigung und einer Wiederbefüllung der Spritze mit klarem Wasser im Tank und im Leitungssystem des Gerätes einstellt. Untersuchungen des JKI haben gezeigt, dass hierbei Pflanzenschutzmittelrestkonzentrationen zwischen 0,01 und 0,04 % erreicht werden können. Kontinuierliche arbeitende Reinigungseinrichtungen können noch niedrigere Werte erreichen. Hierbei wird während der Reinigung kontinuierlich nur so viel Wasser über eine separate Pumpe der Reinigungsdüse zugeführt, wie über die Düsen ausgebracht wird. Die ablassbare Restmenge (drainable volume) ist eine Kenngröße, die erst in jüngster Zeit Bedeutung erlangt und in die Normung für Neugeräte Eingang gefunden hat. Sie beschreibt, wie viel Flüssigkeit sich nach der Reinigung und dem vollständigen Ausspritzen noch im Ablass befindet. Je weniger Restflüssigkeit und je niedriger die Mittelkonzentration, desto besser.

Auch beim Befüllen eines Pflanzenschutzgerätes kann die Zudosierung der flüssigen Produkte (bis zu fünf) aus den Originalgebinden zwischenzeitlich automatisch und kontaminationsfrei für den Anwender erfolgen.

### **3. Zunehmende Verlagerung der Rechtssetzung auf die EU-Ebene**

#### *Neue EU-Richtlinien*

Mit den beiden EU-Richtlinien 2009/127/EG und 2009/128/EG sind Ende des Jahres 2011 harmonisierte Regelungen für neue und in Gebrauch befindliche Pflanzenschutzgeräte in Kraft getreten [14]. Daher steht auch für die Hersteller von Pflanzenschutzgeräten die Umsetzung dieser neuen europäischen Vorschriften im Vordergrund:

Besondere Bedeutung haben hierbei die so genannten „harmonisierten Europäischen Normen“. Die genannten EU-Richtlinien beinhalten keine detaillierten technischen Spezifikationen, sondern verweisen stattdessen auf die Spezifizierung der allgemeinen Anforderungen in „harmonisierten Europäischen Normen“. Die entsprechenden Normungsaktivitäten bei CEN und ISO sind in vollem Gange. Die CEN/TC 144/WG 3 der europäischen Normungsorganisation ist mit der Erarbeitung der harmonisierten Normen befasst.

#### *Prenormative Forschung – Voraussetzung für eine hochwertige Normung*

Normen spielen in der Landtechnik eine zentrale Rolle. Die Normung kann ihrer Aufgabe aber nur dann gerecht werden, wenn sie auf einer breiten und umfassenden Expertise aufbaut (alle relevanten Stakeholder müssen beteiligt sein) und sich auf eine wissenschaftlich fundierte/wissensbasierte Basis stützen kann. Fachleute behaupten, dass die Setzung von Limits/Leistungskriterien nicht in erster Linie durch die gesetzlichen Regelungen selbst (Regulierer) erfolgt, sondern insbesondere durch die Standards (Standardisierer) bestimmt wird.

Nachfolgend werden einige Beispiele von Arbeiten genannt, die entweder bereits im Vorfeld von Normungsarbeiten oder begleitend dazu durchgeführt wurden und deren Ergebnisse als ein wesentlicher Beitrag für eine hochwertige Normung angesehen wird:

- Testing of maize precision airplanters (MPAP) and listing in the JKI register “Drift reducing MPAP”
- Drift of aerial application of plant protection products on steep slopes in vineyards and forestry
- Water-friendly plant protection to conserve grown orchards landscapes in Germany
- Adjustment of the quantity of plant protection products according to the leaves density and the sprayer parameters in orchards
- Drift and penetration in arable farming by high speed application
- Testing and classification of cabs for tractors and self-propelled sprayers according to EN 15695-1/2
- Cleaning tests of sprayers according ISO 22368 and its input of new standards
- Developing test methods for the evaluation of drainable volume according to ISO procedure
- A new method for testing GPS based boom section switching systems
- Application of the revised EU Machinery Directive on knapsack sprayers by the new EN ISO 19932



## **Literatur**

- [1] Wygoda, H.-J., Ganzelmeier, H.: Im Schnellgang über den Acker. DLG-Mitt. (2011), H.5, S. 84-87.
- [2] Schenk, A., Schmidt, K., U. Tilinski: Weniger Wasser schneller fahren. dlz (2009), H.2, S. 62-66.
- [3] Kramer, H.: Weniger Wasser, weniger Mittel. DLG-Mitt. (2010), H.1, S. 52-55.
- [4] Garrelts, J.: Optimale Wirkung durch angepasste Wassermengen. ACKER+plus (2010), H.4, S. 6-11.
- [5] Koch, H.: Wie randscharf ist randscharf? DLG-Mitt. (2011), H.3, S. 70-73.
- [6] -, -: EN 15695-1: 2009. Agricultural tractors and self-propelled sprayers – Protection of the operator (driver) against hazardous substances – Part 1: Cab classification, requirements and test procedures.
- [7] Hinz, T., Zander, F. und H.-J. Osteroth: Normung – ein Weg zum besseren Schutz des Anwenders von Pflanzenschutzmitteln. Landtechnik (2012), H.1, S. 55-59.
- [8] Ziegler, P.-M.: Precision farming. c't (2011), H.3, S. 78-83.
- [9] Horstmann, J.: Geschlossene Systeme sind zum Scheitern verurteilt. Lohnunternehmen (2011), H.11, S. 24-27.
- [10] Herbst, A., Osteroth, H.-J. und M. Spranger: A new method for GIS based boom section switching systems. Aspects of Applied Biology 114 (2012), p. 137-142.
- [11] Herbst, A., Osteroth, H.-J., Spranger, M., Wehmann H.-J., Garrelts, J., Kramer, H., Knuivers, M., Bering, F und G. Hörner: Reinigen und Schalten: Was die moderne Automatik leistet. Top Agrar (2012), H.3, S. 124-137.
- [12] Balsari, P., Marucco, P., Nilson E., Wehmann, H.-J. und H. Ganzelmeier: Assessment of the efficiency of systems and procedure for the internal cleaning of sprayers. Aspects of Applied Biology 84 (2008), p. 209-215.
- [13] Michielsen, J.M.G.P., van de Zande, J.C., Wenneker, M., Stallinga, H. und P. van Velde: External loading of an orchard sprayer with agrochemicals during application. Aspects of Applied Biology 114 (2012), p. 151-157.
- [14] Ganzelmeier, H., Wehmann, H.J.: Forth European Workshop an Standardized Procedure for the Inspection of Sprayers in Europe -SPISE4-, Lana, March 27-29, 2012, Proceedings: Julius-Kühn-Archiv, in Bearbeitung.

## **Bibliografische Angaben / Bibliographic Information**

### **Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation**

Ganzelmeier, Heinz: Nachhaltiger und schlagkräftiger Pflanzenschutz. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2012. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2012. – S. 1-9

### **Zitierfähige URL / Citable URL**

<http://www.digibib.tu-bs.de/?docid=00043448>

### **Link zum Beitrag / Link to Article**

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/52.html>